

板曲げを受けるすみ肉溶接継手への ICR 処理

JFE エンジニアリング 正会員 ○柿市 拓巳
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 正会員 山田健太郎
 京都大学 正会員 石川 敏之
 前名古屋大学 小山 翔生

1. はじめに

鋼橋に発生する疲労き裂の安価で簡易な補修方法として、著者らは、市販のエアツールを用いて、き裂近傍を叩いてき裂表面を閉口させることで、疲労寿命を向上させる、衝撃き裂閉口処理（以下、ICR 処理）を開発した¹⁾。これまでに、板曲げを受ける平板に発生したき裂および面外ガセット溶接継手に発生したき裂に ICR 処理を行い、大幅な疲労寿命の向上効果を確認している^{1), 2)}。本研究では、基本的な溶接継手である荷重非伝達型リブすみ肉溶接継手（以下、T 字溶接継手）に発生するき裂に ICR 処理を行い、溶接止端に沿って進展するき裂への ICR 処理の効果を確認する。さらに、as-welded の状態に ICR 処理した場合の疲労強度の向上効果を板曲げ振動疲労試験により確認した。

2. T 字溶接継手の疲労試験

本研究で用いた T 字溶接継手試験体を図-1 に示す。試験体は、板厚 12mm, 幅 300mm, 長さ 610mm の鋼板 (SM400A) に、板厚 12mm, 高さ 100mm の鋼板を、脚長 6mm ですみ肉溶接したものである。疲労試験は、板曲げ振動疲労試験機を用い、予め試験体をコイルばねで押し下げ、応力比 $R=0$ で行った。試験体の種類は以下の通りである。

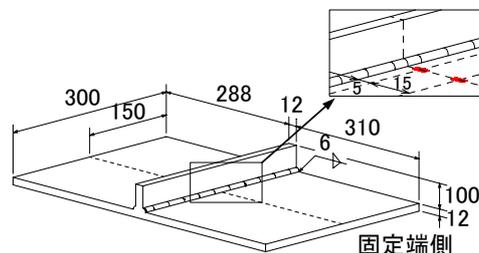


図-1 疲労試験体

a) RT 試験体

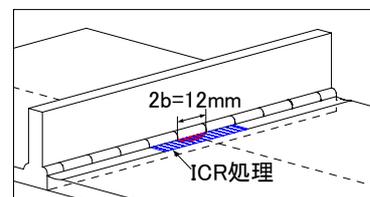
発生した疲労き裂を ICR 処理により閉口した試験体。疲労き裂の大きさを制御するために、溶接止端に予め ICR 処理を行い、試験体中央に一定の未処理部 (12mm, 24mm) を設けてき裂を発生させた。未処理長さ 12mm の試験体 (RT-12) では、図-2 に示すように発生したき裂の先端から両側 20mm までの範囲を ICR 処理し、未処理長さ 24mm の試験体 (RT-24) では、溶接止端全幅に ICR 処理を行った。

b) AT 試験体

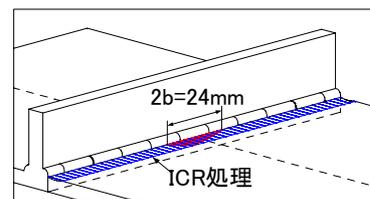
as-welded の状態に ICR 処理を行った試験体。

c) ST 試験体

as-welded の状態に ICR 処理を行い、RT 試験体と同様に中央部に 1 箇所のみ未処理部を設け、初期き裂の発生箇所を制御した試験体。



(a) RT-12 試験体



(b) RT-24 試験体

図-2 RT 試験体への ICR 処理

3. 疲労試験の結果

疲労試験の結果を S-N 線図として図-3 に示す。図の横軸は試験体が破断した際の繰返し回数であり、RT 試験体では発生したき裂を閉口させた後の繰返し回数を示している。図には JSSC の疲労強度等級に加え、白らにより行われた T 字溶接継手の as-welded の結果³⁾ も示されている。図-3 に示す AT 試験体と ST 試験体の結果から、溶接止端の全幅に ICR 処理した AT 試験体は、as-welded の状態に比べて、1~2 等級程度の疲労強度の向上効果がみられ、JSSC-B 等級程度であった。ST 試験体は、as-welded の疲労強度の上限値程度であることがわかる。また、RT 試験体の結果

キーワード：ICR 処理，すみ肉溶接，板曲げ，疲労強度改善
 連絡先：〒230-8611 横浜市鶴見区末広町 2-1 TEL：045-505-7457

から、き裂周辺のみを ICR 処理した RT-12 試験体では、as-welded の上限値程度の疲労寿命であり、ST 試験体と同程度であることがわかる。き裂発生後に溶接止端全幅に ICR 処理した RT-24 試験体では、き裂を閉口してからの疲労強度が AT 試験体と同程度 (JSSC-B 等級程度) であることがわかる。RT-12 試験体の疲労寿命の向上効果が RT-24 試験体に比べて小さい理由は、ICR 処理の始末端近傍に引張ひずみが生じるため、その始末端が新たなき裂の発生起点となり破断したためである。

疲労試験により得られた破面の一例を図-4 に示す。ST 試験体の破面よりき裂は、未処理部から発生し、そのき裂が進展し、破断に至ったことがわかる。as-welded 試験体の破面³⁾と比較すると半円に近い形状で進展していることがわかる。これは、き裂の発生箇所を制御するために、予め ICR 処理した範囲には、き裂が発生しなかったためである。RT-12 試験体の破面では、ICR 処理により閉口したき裂とき裂を閉口させた際の ICR 処理の先端近傍から発生した新たなき裂が合体することで大きなき裂を形成し、破断に至っていることがわかる。RT-24 試験体では、ICR 処理により閉口したき裂が低い応力範囲で進展せず、応力範囲を上げた結果、閉口したき裂が再進展し、破断に至ったことがわかる。

破面に残されたダイマークおよびビーチマークの寸法を計測して得られたき裂長さ a とき裂半長さ b の関係を図-5 に示す。図には as-welded 試験体の同様な結果³⁾も示されている。ST 試験体では、き裂が未処理部からのみ発生しているため、破断に至る直前までのき裂形状に大きな変化が無いことがわかる。RT 試験体でも閉口したき裂が進展し、ST 試験体と同様なき裂進展挙動を示していることがわかる。

4. まとめ

板曲げを受ける T 字溶接継手に対して、ICR 処理を行い、その疲労強度の向上効果の検討を行った。疲労試験の結果から、ICR 処理によりき裂を閉口させた場合および as-welded の状態に処理を行った場合、as-welded の状態に比べて大幅に疲労強度が向上することを確認した。また、ICR 処理によりき裂を閉口させる場合、部分的に ICR 処理するよりも溶接止端全幅を処理するほうが疲労強度の向上効果が高いことがわかった。

参考文献

1)山田健太郎, 石川敏之, 柿市拓巳: 疲労き裂を閉口させて寿命を向上させる試み, 土木学会論文集 A, vol.65, No.4, pp961-965, 2009. 2)石川敏之, 山田健太郎, 柿市拓巳, 李蒼: ICR 処理による面外ガセット溶接継手に発生した疲労き裂の寿命向上効果, 土木学会論文集 A, 2010. (印刷中) 3)白彬, 山田健太郎: 板曲げを受けるすみ肉溶接継手の疲労挙動, 構造工学論文集, Vol.54A, pp.530-537, 2008.

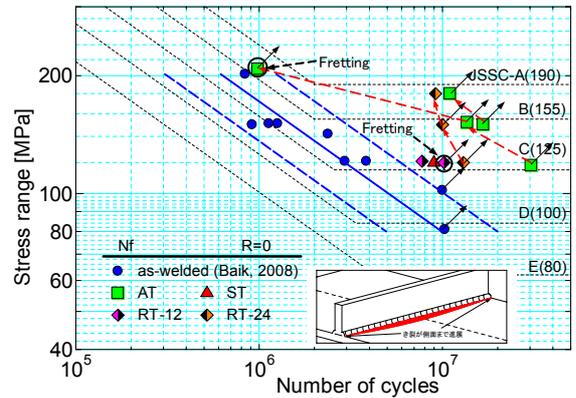
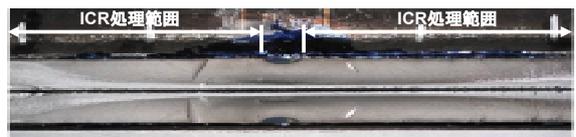


図-3 S-N 線図



(a) ST 試験体



(b) RT-12 試験体



(c) RT-24 試験体

図-4 疲労破面

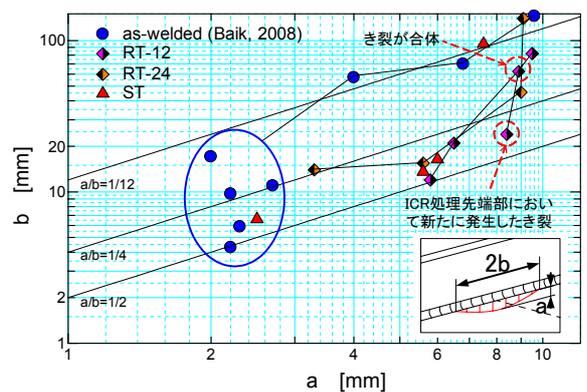


図-5 き裂形状の変化